

(12) NACH DEM VERTRÄG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Februar 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/015250 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01N 3/023**,
B01D 53/94, F01N 3/20, B01D 53/92, 53/32, F01N 3/029,
3/033, 3/035

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BREUER, Norbert
[DE/DE]; Johann-Sebastian-Bach-Strasse 11, 71254
Ditzingen (DE). FISCHER, Stefan [DE/DE]; Myco-
niusstr. 1, 96215 Lichtenfels (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/001805

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).(22) Internationales Anmelde datum:
2. Juni 2003 (02.06.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 31 620.1 12. Juli 2002 (12.07.2002) DE(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

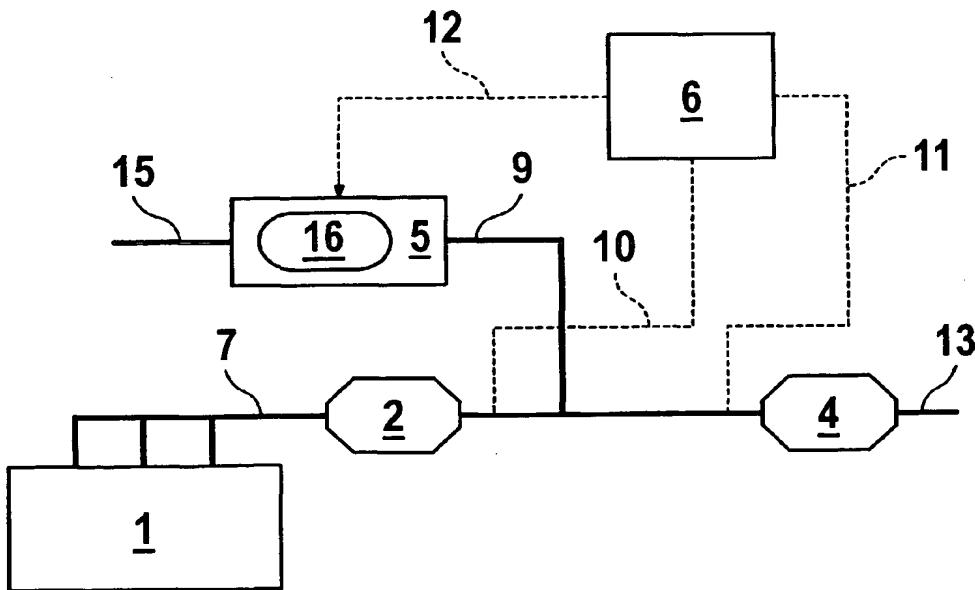
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR THE PURIFICATION OF EXHAUST GAS IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ABGASREINIGUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE



WO 2004/015250 A1

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for the purification of exhaust gas in an internal combustion engine, especially a diesel engine. Said type of device for the purification of waste gas comprises a waste gas pipe (7) which leads away from the internal combustion engine (1) and also an ozone source (5) for enriching the flow of waste gas in the internal combustion engine with ozone. The ozone source (5) is embodied in such a manner that a continuous gas flow containing ozone is produced, such that particles flowing in the exhaust gas pipe (7) are, to a large extent, oxidised and, as a result, the exhaust gas pipe (7) can be maintained without the need for particle filters.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie Verfahren zur Abgasreinigung einer Brennkraftmaschinen, insbesondere eines Dieselmotors. Eine solche Vorrichtung zur Abgasreinigung weist eine von der Brennkraftmaschine (1) wegführende Abgasleitung (7) sowie eine Ozonquelle (5) zum Anreichern des Abgasstromes der Brennkraftmaschine mit Ozon auf. Die Ozonquelle (5) ist hierbei derart ausgebildet, dass sie einen kontinuierlichen ozonhaltigen Gasstrom derart erzeugt, dass in der Abgasleitung (7) strömende Partikel zum grossen Teil oxidiert werden, wodurch die Abgasleitung (7) frei von Partikelfiltern gehalten werden kann.

Vorrichtung und Verfahren zur Abgasreinigung einer
Brennkraftmaschine

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abgasreinigung einer Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Vorrichtung. Die Vorrichtung weist eine von der Brennkraftmaschine wegführende Abgasleitung und eine Ozonquelle zum Anreichern des Abgasstromes mit Ozon auf. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Regenerieren eines Partikelfilters in einer Vorrichtung zur Abgasreinigung. Dabei betrifft die Erfindung vorzugsweise Dieselmotoren, die insbesondere in Kraftfahrzeugen angeordnet sind.

Stand der Technik

Aus der EP 1 026 373 A2 ist eine Vorrichtung zur Reinigung des Abgasstromes einer Brennkraftmaschine mit einer Ozonquelle bekannt, die der Anreicherung des

Abgasstromes mit Ozon dient. Gemäß dieser Veröffentlichung sind in der Abgasleitung ein Oxidationskatalysator und stromabwärts des Oxidationskatalysators ein Partikelfilter angeordnet. Die Zufuhr des Ozons dient der Reinigung des Partikelfilters von dort abgeschiedenen Partikeln während des Betriebes der Brennkraftmaschine. Die Anreicherung des Abgasstromes mit Ozon erfolgt zwischen Oxidationskatalysator und Partikelfilter. Mit dem Abgas gelangt das Ozon dann zum Partikelfilter. Die Partikel reagieren mit dem zugeführten Ozon, da dessen Reaktionsträgheit sehr gering ist, eine Selbstentzündung der Partikel findet auch bei relativ niedrigen Temperaturen des Abgasstromes statt. Die Partikel oxidieren und werden dadurch beseitigt, wodurch der Partikelfilter gereinigt wird.

Weiterhin ist aus der DE 38 34 920 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Beseitigen von in einem Abgasfilter einer Brennkraftmaschine abgeschiedenen Ruß bekannt, wobei Entladeströme erzeugt werden, die zum einen die Rußpartikel aufheizen, zum anderen Ozon erzeugen, das die Rußpartikel oxidiert und somit den Rußabbrand am Filter unterstützt.

Die Erfindung soll den Betrieb einer Abgasreinigungsanlage hinsichtlich des Energieverbrauchs verbessern. Dies kann gemäß der Erfindung einerseits dadurch erfolgen, dass die für die Regeneration eines Partikelfilters benötigte Energie reduziert wird, andererseits durch Minderung des

Verbrauchs der Brennkraftmaschine selbst. Auch soll der Schadstoffausstoß einer Brennkraftmaschine verbessert werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen einer Brennkraftmaschine weist eine von der Brennkraftmaschine wegführende Abgasleitung sowie eine Ozonquelle zum Anreichern des Abgasstromes mit Ozon auf, wobei die Ozonquelle derart ausgebildet ist, dass sie einen kontinuierlichen ozonhaltigen Gasstrom erzeugt, so dass in der Abgasleitung strömende Partikel nahezu vollständig oxidiert (verbrannt) werden. Dadurch wird es möglich, auf einen Partikelfilter ganz zu verzichten.

Durch die kontinuierliche Oxidation der beim Motorbetrieb entstehenden Partikel mit Ozon wird es möglich, auf einen Partikelfilter in der Abgasleitung ohne Qualitätseinbuße in der Abgasreinigung zu verzichten. Dies verringert den Strömungswiderstand der Abgasleitung und damit den Abgasgegendruck sowie hierdurch den Energieverbrauch der Brennkraftmaschine. Die hohe Oberfläche der Partikel, weit überwiegend Ruß mit einer Primärpartikelgröße von weniger als 100 nm, erleichtert eine Oxidation während der Verweilzeit im Abgasstrang, also der Flugzeit der Gase.

Das Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel für die Partikel im Abgasstrom. Durch die Präsenz des Ozons

setzt die Oxidation der Partikel bei geringen Temperaturen in der Abgasleitung ein, die auch unterhalb von 150° Celsius liegen können. Die Oxidation der Partikel ist eine exotherme Reaktion, die stattfindet, wenn die Atmosphäre geeignete Reaktionsbedingungen – Präsenz von Sauerstoff in ausreichender Konzentration – und ausreichende Temperatur vorliegt. Das Ozon ist eine metastabile Sauerstoffverbindung, welche unter Energieabgabe nach kurzer Zeit zerfällt. Es werden dabei ungebundene, hoch reaktive Sauerstoffatome (Radikale) freigesetzt, welche die Reaktivität der Atmosphäre erhöhen und damit die Zündtemperatur für die Verbrennung der Partikel erheblich absenkt.

Aufgrund der Metastabilität des Ozons ist es nicht speicherbar, es muss bedarfsgerecht und wenigstens in der Nähe des zu reinigenden Abgasstromes erfolgen. Daher ist eine Ozonquelle vorzusehen, in der Ozon erzeugt wird. Ozon kann in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre durch zur Spaltung von Sauerstoffmolekülen geeignete Energiezufuhr gewonnen werden. Dies kann beispielsweise durch elektromagnetische Wechselfelder oder UV-Licht erfolgen. Eine elektrochemische Ozonerzeugung ist mit Wasser als Edukt möglich. Die Anreicherung des Abgasstromes mit Ozon kann gemäß vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung zum einen durch Ozonerzeugung im Abgasstrom selbst oder aber durch Ozonerzeugung in einer außerhalb der Abgasleitung angeordneten Ozonquelle erfolgen. Bei der Ozonerzeugung im Abgasstrom selbst muss allerdings Sauerstoff in

ausreichender Menge im Abgasstrom selbst vorhanden sein. Dies ist entweder im Falle einer mageren Verbrennung des Kraftstoffes in der Brennkraftmaschine oder aber durch Beimengung von Luft in den Abgasstrom erzielbar. Im Falle einer externen Erzeugung des Ozons kann dies in einer Reaktionskammer erfolgen, die von angesaugter Außenluft durchströmt wird.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Reinigung eines Abgasstromes, das insbesondere bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abgasreinig Anwendung finden kann, erfolgt eine kontinuierliche Anreicherung des Abgasstromes mit Ozon derart, dass eine Oxidation mit vollständiger Verbrennung der Partikel im Abgasstrom bereits während des Durchströmens der Abgasleitung erfolgt, so dass ein Partikelfilter überflüssig wird.

Die Dosierung des Ozons erfolgt vorzugsweise derart, dass die Temperatur des Abgasstromes bei der durch die Ozonquelle erzeugten Anreicherung mit Ozon oberhalb der Selbstentzündungstemperatur der (Ruß-)Partikel liegt. Die Dosierung des Ozons kann dabei so erfolgen, dass in der Abgasleitung, von der Stelle der Anreicherung mit Ozon stromabwärts beabstandet, ein Partikelsensor vorgesehen ist, der den verbleibenden Partikelgehalt im Abgasstrom misst. Diese Messung kann auch indirekt, beispielsweise über die Erfassung der Abgastemperatur in diesem Bereich der Abgasleitung erfolgen. Die Anreicherung mit Ozon erfolgt so, dass der Partikelgehalt am Partikelsensor einen vorgegebenen

Grenzwert unterschreitet. Der vorgegebene Grenzwert wird dabei beispielsweise so bestimmt, dass gesetzlich vorgegebene Abgasgrenzwerte hinsichtlich der Partikel - Ruß - eingehalten oder unterschritten werden.

Ergänzend oder alternativ kann es vorgesehen sein, die Temperatur des Abgasstromes vor der Stelle der Anreicherung mit Ozon zu erfassen. Der Temperaturanstieg zwischen dem Temperatursensor vor der Anreicherung mit Ozon und einem Temperatursensor stromabwärts der Anreicherung mit Ozon ist ein Maß für die bei der Verbrennung der Partikel freigewordenen Energie. Wird diese Temperaturdifferenz bei geringst möglicher Anreicherung mit Ozon (Ozongehalt) maximiert, so kann dies als Erreichen eines maximalen Verbrennungsgrad der Partikel gewertet werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann bei einer Abgasreinigungsanlage, die einen in der Abgasleitung angeordneten Partikelfilter aufweist, stromaufwärts dieses Partikelfilters nach dem Abstellen des Motors Ozon eingeleitet werden.

Durch das Einleiten des Ozons erfolgt eine Regeneration des Partikelfilters. Das Einbringen des Ozons, möglicherweise in Verbindung mit einem Trägergas, kann beispielsweise mittels eines Gebläses erfolgen. Der Vorteil der Durchführung einer Regeneration eines Partikelfilters bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine besteht darin, dass die Ozonkonzentration mit geringem Energieaufwand innerhalb des Partikelfilters sehr hoch gehalten werden kann, da keine Verdünnung mit dem

Motorabgas auftritt. Außerdem führt ohne zusätzlichen Abgasstrom die exotherme Oxidation der Partikel zu einem deutlichen Anstieg der Filtertemperatur, da der konvektive Wärmeabtransport auf Grund des geringeren Massenstroms wesentlich verringert ist. Beide Effekte führen zu einer deutlich verringerten Regenerationszeit und einem geringeren Energieaufwand. Ist ausschließlich eine solche Regeneration des Partikelfilters vorgesehen, also erfolgt keine periodische Regeneration während des Fahrbetriebes, so kann der Ozongenerator kleiner dimensioniert und damit kostengünstiger realisiert werden.

Dabei erfolgt das Einleiten des Ozons vorzugsweise bei einer Resttemperatur des Partikelfilters, die eine Selbstzündung der Partikel bei erreichbarer Ozonkonzentration ermöglicht. Vorzugsweise kann das Abbrennen der Partikel im Partikelfilter mittels eines Temperatursensors überwacht werden. Es ist dabei insbesondere möglich, die Ozonzufuhr so zu steuern, dass die Temperatur des Partikelfilters ein gewisses Maß oberhalb einer Mindesttemperatur liegt, die Mindesttemperatur kann beispielsweise ca. 150 °C betragen. Bei abfallender Tendenz der Temperatur des Partikelfilters wird die Ozonzufuhr erhöht um die stattfindende Verbrennung zu fördern, bei zu weit ansteigender Temperatur wird die Ozonzufuhr verringert um Beschädigungen des Partikelfilters vorzubeugen. Auf diese Weise kann ein gleichmäßiges Abbrennen der Partikel erreicht werden.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass unmittelbar vor dem Start der Brennkraftmaschine die Abgasleitung mit einem mit Ozon angereicherten Gasstrom gespült wird.

Es ist bekannt, dass sich im Abgasstrang nach dem Abschalten des Motors eine gewisse Menge Kohlenwasserstoff an den inneren Oberflächen der Abgasleitung niederschlagen kann. Diese Kohlenwasserstoffe können auf Grund des noch kalten, ineffektiven Oxidationskatalysators beim Anlassen der Brennkraftmaschine entweichen. Diese Startemission lässt sich vermeiden, wenn der Abgasstrang vor dem Startvorgang, beispielsweise während der Vorglühphase eines Dieselmotors, mit einem ozonhaltigen Gasstrom gespült wird. Es findet eine Verbrennung der Kohlenwasserstoffe aufgrund der Präsenz des Ozons statt, die nicht nur die Kohlenwasserstoffe beseitigt, sondern auch rasch die Temperatur in der Abgasleitung erhöht.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, den mit Ozon angereicherten Gasstrom stromaufwärts eines Oxidationskatalysators einzuleiten. Dies fördert das Erreichen der Betriebstemperatur des Oxidationskatalysators nach dem Kaltstart. Darüber hinaus kann bei gleichzeitiger fetter Verbrennung in der Brennkraftmaschine der Abgasstrom zunächst weitere unverbrannte Kohlenwasserstoffe mitführen, die aufgrund der Präsenz des Ozons exotherm verbrannt werden. Auch diese Maßnahme ist einem raschen Erreichen der

Betriebstemperatur des Oxidationskatalysators förderlich. Ebenso ist eine Späteinstellung der Einspritzung des Kraftstoffes in die Brennkammern der Brennkraftmaschine hierzu vorteilhaft. Mit steigender Temperatur im Abgasstrang kann die Zufuhr eines mit Ozon angereicherten Gasstromes bzw. die Ozonkonzentration verringert werden.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

- Figur 1: in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Abgasreinigung mit einer außerhalb der Abgasleitung angeordneten Ozonquelle;
- Figur 2: in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Abgasreinigung mit einer innerhalb der Abgasleitung angeordneten Ozonquelle;
- Figur 3: in schematischer Darstellung eine Abgasreinigungsanlage mit einem Partikelfilter;
- Figur 4: das Flussdiagramm eines Verfahrens zur Steuerung der Ozonkonzentration bei kontinuierlicher Anreicherung mit Ozon;
- Figur 5: das Flussdiagramm eines Verfahrens zum Regenerieren eines Partikelfilters nach dem Ausschalten der Brennkraftmaschine; und

Figur 6: das Flussdiagramm eines Verfahrens zum Spülen der Abgasleitung mit ozonangereichertem Gas vor dem Fahrzeugstart.

Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abgasreinigung mit einer außerhalb der Abgasleitung 7 angeordneten Ozonquelle.

Die Abgasleitung 7 führt dabei von der Brennkraftmaschine 1 zum Endrohr 13 der Abgasleitung 7, bei dem die Abgase die Abgasleitung 7 verlassen. In der Abgasleitung 7 und der Abgasleitung 7 zugeordnet sind diverse Elemente der Abgasreinigung, die zusammen eine Abgasreinigungsanlage bilden. Die Abgasreinigung hat den Zweck die von der Brennkraftmaschine 1 ausgestoßenen Abgase von mitgeführten Schadstoffen weitestgehend, mindestens aber entsprechend gesetzlicher Vorschriften, zu reinigen. Zu den Schadstoffen gehören auch Partikel, zum größten Teil Ruß, die aufgrund unvollständiger Verbrennung in der Brennkraftmaschine entstehen. Die Ruß- oder Partikelbildung ist insbesondere bei Dieselmotoren gegeben. Derartige Partikel haben eine Partikelgröße von weniger als 100 Nanometer (100 nm). Es können neben den in der Zeichnung dargestellten Elementen an geeigneter Stelle auch weitere Elemente zur Abgaskonditionierung vorgesehen sein.

In Strömungsrichtung der Abgase gesehen ist in der Abgasleitung 7 zunächst ein Oxidationskatalysator angeordnet, innerhalb dessen beispielsweise nicht vollständig erfolgte Oxidationsreaktionen von Kohlenwasserstoffen und NO_x zu CO₂ und NO₂ in Präsenz eines Katalysators erfolgen. Partikel durchströmen einen solchen Oxidationskatalysator ohne zu oxidieren.

Im weiteren Verlauf der Abgasleitung ist ein Temperatursensor angeordnet, der über die Signalleitung 10 die Abgastemperatur in diesem Punkt erfasst und an das Steuergerät 6 übermittelt. Hinter dem Temperatursensor mündet die Zuführleitung 9 in die Abgasleitung. Über die Zuführleitung 9 wird ein ozonhaltiger Gasstrom in den Abgasstrom eingeleitet, der hierdurch mit Ozon angereichert wird. Durch die Anreicherung mit Ozon erfolgt eine Verbrennung der Partikel, die im wesentlichen während der Zurücklegens der Flugstrecke zu dem Endschalldämpfer 4 erfolgt. Die Verbrennung startet aufgrund der Temperatur in der Abgasleitung und der Ozonkonzentration durch Selbstentzündung. Die während der Verbrennung freigegebene Energie erwärmt die Abgase, wobei die Abgastemperatur nach der Reaktionsstrecke vor Eintritt in den Endschalldämpfer 4 nochmals erfasst und über eine Signalleitung 11 der Steuerung 6 der Ozonquelle 5 zugeführt wird.

Nach dem Durchströmen des Endschalldämpfers 4 und des Endrohres 13 der Abgasleitung verlassen die Abgase die Abgasanlage. Sie sind gereinigt und, auch ohne dass in

der Abgasanlage ein Partikelfilter angeordnet wäre, hinreichend partikelfrei.

Über die Zuführleitung 9 erfolgt die kontinuierliche Zufuhr eines mit Ozon angereicherten Gasstromes. Die Ozonerzeugung bzw. das Anreichern eines Eduktes mit Ozon erfolgt durch den Ozongenerator 5. Diesem Ozongenerator 5 wird über die Ansaugleitung 15 ein Edukt, beispielsweise Luft zugeführt. In der Reaktionskammer 16 wird im Edukt Ozon erzeugt, wodurch das Produkt, ein mit Ozon angereichertes Gas, entsteht. Ein kontinuierlicher Produktgasstrom gelangt in die Abgasleitung.

Dabei wird die Ozonerzeugung der Ozonquelle durch das Steuergerät 6 gesteuert, beispielsweise gemäß einem in Fig. 4 dargestellten Verfahrens. Es sind unterschiedliche Reaktionskammern 16 bzw. Ozonerzeugungsformen denkbar. Die Erzeugung des Ozons kann in bekannter Weise durch Plasmaerzeugung, UV-Bestrahlung oder elektrochemisch erfolgen. Gewöhnlich enthält der so erzeugte ozonhaltige Gasstrom eine Ozonkonzentration von 10 bis 30%. Als Edukt kann Sauerstoff, Luftsauerstoff oder auch Wasser (elektrochemische Verfahren) dienen. Die Dosierung des ozonhaltigen Gasstromes bzw. die Dosierung der Ozonerzeugung kann durch Regelung des Eduktstromes, der Erzeugerleistung oder des Produktstromes (ozonhaltiger Gasstrom in der Zuführleitung 9) geregelt werden. Die Regelung durch das Steuergerät kann dabei insbesondere in Abhängigkeit von Kennfelddaten des Motors,

Temperatursensoren und Partikelsensoren erfolgen. So ist es möglich, mit dem Einstellen eines ungünstigen, zu hoher Partikelbildung führenden Betriebszustandes zugleich die Ozonanreicherung im Abgasstrom zu erhöhen.

Die Ausführungsform der Figur 2 unterscheidet sich hinsichtlich der Anordnung des Ozongenerators von der Ausführungsform der Figur 1. Der Ozonquelle 5 ist im Bereich der Abgasleitung 7 angeordnet und seine Reaktionskammer befindet sich innerhalb der Abgasleitung 7 selbst. Das Ozon wird im wesentlichen aus im Abgasstrom enthaltenem Sauerstoff gebildet. Im Abgasstrom ist dann Sauerstoff enthalten, wenn die Brennkraftmaschine 1 mit magerer Gemischaufbereitung betrieben wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Bypass-Leitung 14 vorgesehen sein, die Luft aus dem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine an den Brennkammern vorbei in die Abgasleitung 7 einleitet. Das Einleiten der Luft kann dabei bereits stromaufwärts eines vor der Ozonquelle 5 angeordneten Oxidationskatalysators 2 erfolgen.

Als alternative Ausführungsform zu der Ausführung gemäß Figur 1 ist in Figur 2 der Temperatursensor stromaufwärts der Ozonquelle entfallen, da anstelle eines weiteren Temperatursensors vor dem Endschalldämpfer 4 ein Partikelsensor angeordnet ist, der den Partikelgehalt des Abgasstromes erfasst und dessen Messwerte über die Signalleitung 11 an das Steuergerät 6 übermittelt, das wiederum über die Steuerleitung 11 den Betrieb der Ozonquelle 5 so

beeinflusst, dass der Partikelgehalt beim Partikelsensor einen vorgegebenen Wert nicht überschreitet.

Die Ozonerzeugung selbst bzw. deren Regelung über das Steuergerät 6 kann im übrigen in den bezüglich Figur 1 und Figur 6 beschriebenen Weisen erfolgen.

Die Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Abgasreinigungsanlage mit einer außerhalb der Abgasleitung 7 angeordneten Ozonquelle 5, wobei ein Partikelfilter 3 in der Abgasleitung 7 angeordnet ist.

Die Abgasleitung 7 führt dabei von der Brennkraftmaschine 1 zum Endrohr 13 der Abgasleitung 7, bei dem die Abgase die Abgasleitung 7 verlassen. In der Abgasleitung 7 und der Abgasleitung 7 zugeordnet sind diverse Elemente der Abgasreinigung, die zusammen eine Abgasreinigungsanlage bilden. Die Abgasreinigung hat den Zweck die von der Brennkraftmaschine 1 ausgestoßenen Abgase von mitgeführten Schadstoffen weitestgehend, mindestens aber entsprechend gesetzlicher Vorschriften, zu reinigen. Zu den Schadstoffen gehören auch Partikel, meist Ruß, die aufgrund unvollständiger Verbrennung in der Brennkraftmaschine entstehen. Die Ruß- oder Partikelbildung ist insbesondere bei Dieselmotoren gegeben. Derartige Partikel haben eine Partikelgröße von weniger als 100 Nanometer (100 nm).

In Strömungsrichtung der Abgase gesehen ist in der Abgasleitung 7 zunächst ein Oxidationskatalysator angeordnet, innerhalb dessen beispielsweise nicht vollständig erfolgte Oxidationsreaktion von Kohlenwasserstoffen und NO_x zu CO₂ und NO₂ in Präsenz eines Katalysators erfolgen. Rußpartikel durchströmen einen solchen Oxidationskatalysator bei den relevanten Temperaturen von z. B. < 280 °C ohne zu oxidieren.

Sowohl vor als auch hinter dem Oxidationskatalysators 2 ist eine Zuführleitung 8 bzw. 9 zur intermittierenden Zufuhr von ozonhaltigem Gas in die Abgasleitung 7 angeordnet. Stromabwärts der Zuführleitung 9 ist ein Partikelfilter 3 angeordnet, der von dem Abgas durchströmt wird. Im Abgasstrom enthaltene Partikel werden vom Partikelfilter zurückgehalten. An oder nach dem Partikelfilter kann die Abgastemperatur erfasst und über eine Signalleitung 11 der Steuerung 6 der Ozonquelle 5 zugeführt werden. Nach dem Durchströmen des Endschalldämpfers 4 und des Endrohres 13 der Abgasleitung verlassen die Abgase die Abgasanlage.

Damit der Partikelfilter 3 nicht durch die abgeschiedenen Partikel zugesetzt wird, muss er immer wieder durch Verbrennen der abgeschiedenen Partikel regeneriert werden. Über die Zuführleitung 9 kann ein ozonhaltiger Gasstrom in die Abgasleitung 7 eingeleitet werden, wodurch eine Regeneration des stromabwärts in der Abgasleitung 7 angeordneten Partikelfilters 3 erfolgt. Durch die Anreicherung mit Ozon erfolgt eine Verbrennung der im Partikelfilter 3 zurückgehaltenen

Partikel, so dass der Filter von den gebildeten Ablagerungen befreit, also regeneriert wird. Ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters ist in der Fig. 5 dargestellt, wobei erfindungsgemäß die Regeneration unmittelbar nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine 1 erfolgt, also wenn kein weiterer Abgasstrom vorhanden ist. Dies erlaubt es, die Anlage mit einer Ozonquelle relativ geringer Leistung auszustatten, ohne ihre Funktionsfähigkeit zu beeinträchtigen.

Die Verbrennung im Partikelfilter startet aufgrund der Temperatur in der Abgasleitung 7 und der erzeugten Ozonkonzentration durch Selbstentzündung. Die während der Verbrennung freigegebene Energie erwärmt die Verbrennungsgase, wodurch sich die Temperatur im Partikelfilter erhöht. Die für die Selbstentzündung erforderliche Temperatur wird im Prozess aufrechterhalten.

Über die Zuführleitung 9 erfolgt die Zufuhr eines mit Ozon angereicherten Gasstromes, wobei die Strömung des Gasstromes über das Gebläse 17 erzeugbar ist, das Teil des Ozongenerators 5 ist. Die Ozonerzeugung bzw. das Anreichern eines Ausgangsgases mit Ozon erfolgt über den Ozongenerator 5. Diesem Ozongenerator 5 wird über die Ansaugleitung 15 Edukt, beispielsweise Luft zugeführt. In der Reaktionskammer 16 wird im Edukt Ozon erzeugt, wodurch das Produkt, ein mit Ozon angereichertes Gas, entsteht. Ein Produktgasstrom gelangt in die Abgasleitung. Dabei wird die

Ozonerzeugung der Ozonquelle durch das Steuergerät 6 gesteuert, beispielsweise gemäß einem in Fig. 5 dargestellten Verfahrens. Es sind unterschiedliche Reaktionskammern 16 bzw. Ozonerzeugungsformen denkbar. Die Erzeugung des Ozons kann in bekannter Weise durch Plasmaerzeugung, UV-Bestrahlung oder elektrochemisch erfolgen. Gewöhnlich enthält der so erzeugte ozonhaltige Gasstrom eine Ozonkonzentration von 1 bis 20%. Als Edukt kann Sauerstoff, Luftsauerstoff oder auch Wasser (elektrochemische Verfahren) dienen. Die Dosierung des ozonhaltigen Gasstromes bzw. die Dosierung der Ozonerzeugung kann durch Regelung des Eduktstromes, der Erzeugerleistung oder des Produktstromes (ozonhaltiger Gasstrom in der Zuführleitung 9) geregelt werden.

Darüber hinaus ist es erfindungsgemäß auch möglich, über die Zuführleitung 8 vor dem Starten der Brennkraftmaschine die Abgasleitung 7 mit ozonhaltigem Gas zu spülen. Hierzu wird ozonhaltiges Gas von der Gasquelle 5 erzeugt und durch die Zuführleitung 8 in die Abgasleitung 7 geleitet. Das Gas strömt durch den Oxidationskatalysator 2 hindurch bis zum Endrohr 13. Spätestens dann, wenn nach dem Start zusätzlich warme Abgase von der Brennkraftmaschine in der Abgasleitung strömen, werden in der Abgasleitung 7 angelagerte Kohlenwasserstoffe aufgrund der Präsenz des Ozons verbrannt. Spätestens kurz nach Motorstart kann die Erzeugung von ozonhaltigem Gas beendet werden. Ein entsprechendes Verfahren, bei dem auch gleichzeitig über das zugeführte Ozon ein rasches Erwärmen des

Katalysators 2 erfolgen kann, ist in der Figur 6 beschrieben.

Eine Zuführleitung 8 zur Spülung des Abgasstranges kann auch in der Ausführungsform der Figur 1 in gleicher Weise vorgesehen sein und dementsprechend kann dann auch ein Verfahren gemäß der Figur 6 durchgeführt werden.

Die Fig. 4 zeigt ein Verfahren zur Durchführung einer Abgasreinigung mit kontinuierlicher Anreicherung von Ozon im Abgasstrom, wie es durchgeführt wird, wenn die Abgasleitung 7 partikelfilterfrei ist. Im Schritt 401 wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine in Betrieb ist, da dies Voraussetzung für das vorliegende Verfahren ist. Solange dies nicht der Fall ist, werden keine weiteren Verfahrensschritte durchgeführt. Sobald in Schritt 401 festgestellt wird, dass die Brennkraftmaschine in Betrieb ist, wird gemäß dem Schritt 402 der Abgasstrom in der zuvor erfolgten Menge oder Konzentration mit Ozon angereichert, wobei es unerheblich ist, ob das Ozon in der Abgasleitung selbst oder in einer externen Ozonquelle erzeugt und über eine Zuführleitung 9 zugeführt wird.

Gemäß dem Schritt 403 wird dann überprüft, ob die Abgastemperatur stromabwärts der Anreicherung mit Ozon höher ist als stromaufwärts davon. Dies ist dann der Fall, wenn eine Selbstzündung erfolgt ist und während der Flugstrecke der Abgase nach dem Erzeugen der Ozonkonzentration bis zum Erreichen des

stromabwärtsliegenden Temperatursensors eine Verbrennung von Partikeln stattgefunden hat. Ist dies nicht der Fall, so wird zum Schritt 405 gesprungen und die zu erzeugende Ozonkonzentration erhöht, wobei die Erhöhung um einen Schritt vorgegebener Größe, beispielsweise 0,5 % erfolgen kann.

Über das Steuergerät 6 wird die Ozonquelle 5 entsprechend der Erzeugung der höheren Ozonkonzentration angesteuert.

Im Schritt 404 wird überprüft, ob die Temperatur am stromabwärtsliegenden Messpunkt maximal ist, das heißt ob sie bei einer weiteren Erhöhung der Ozonkonzentration weiter zunimmt. Dazu wird die Temperatur mit der dort gemessenen Temperatur bei der vorhergehenden Abfrage verglichen. Ist die aktuelle Temperatur größer als die vorhergehende und hat zuletzt eine Erhöhung der Ozonkonzentration stattgefunden, so konnte die Verbrennung von Partikeln durch Erhöhen der Ozonkonzentration gesteigert werden. Es wird dann zu Schritt 405 gesprungen und die Ozonkonzentration um einen weiteren Schritt erhöht. Es wird auch dann zu Schritt 405 gesprungen, wenn die aktuelle Temperatur geringer ist als die vorhergehende und zuletzt eine Verringerung der Ozonkonzentration gemäß Schritt 406 stattgefunden hat.

Andernfalls hat die letzte Erhöhung oder letzte Verringerung der Ozonkonzentration in der Abgasleitung nicht zu einer gesteigerten bzw. verringerten Verbrennung von Partikeln geführt, die Verbrennung

erfolgte bisher schon bzw. erfolgt weiterhin vollständig. Im Sinne einer Reduzierung des Energieverbrauchs zur Erzeugung des Ozons wird daher im Schritt 406 die Ozonkonzentration um einen Schritt verringert.

Die Figur 5 zeigt ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters 3, das nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Eine entsprechende Abgasreinigungsanlage mit einem Partikelfilter 3 ist in Figur 3 dargestellt und dort beschrieben. Gemäß dem Schritt 501 wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine abgestellt wurde. Ist dies nicht der Fall, so wird zum Schritt 501 zurückgesprungen. Sobald im Schritt 501 festgestellt wird, dass die Brennkraftmaschine abgestellt wurde, wird gemäß dem Schritt 502 überprüft, ob sich die Temperatur des Partikelfilters auf ein gewünschtes Maß, das oberhalb der Selbstentzündungstemperatur der abgelagerten Partikel bei erreichbarer Ozonkonzentration liegt, abgesunken ist. Sobald dies geschehen ist, wird gemäß Schritt 503 Ozon in den Partikelfilter eingeleitet.

Anschließend wird gemäß Schritt 504 überprüft, ob die Temperatur oberhalb eines vorgesehenen Grenzwertes liegt. Ist dies der Fall, so wird zum Schritt 507 zurückgesprungen und die einzuleitende Ozonkonzentration um einen vorgegebenen Schritt, beispielsweise um 0,5 %, reduziert und dann zum Schritt 503 gesprungen.

Andernfalls wird gemäß dem Schritt 505 die zu erzeugende Ozonkonzentration um einen Schritt erhöht. Danach wird gemäß dem Schritt 506 über einen Sensor überprüft, ob die abgelagerten Partikel vollständig verbrannt wurden. Dies kann beispielsweise aus dem Verlauf der Temperaturkurve in Abhängigkeit der Ozonkonzentration oder aber mittels einem Differenzdrucksensor, der die Druckdifferenz über den Partikelsensor erfasst geschehen. Ist die Verbrennung der abgelagerten Partikel noch nicht vollständig erfolgt, so wird zum Schritt 503 gesprungen. Andernfalls wird die Ozonerzeugung und Einleitung von ozonhaltigem Gas in den Partikelfilter beendet. Das Verfahren ist beendet.

Figur 6 zeigt die schematische Darstellung eines Verfahrens zur Spülung der Abgasleitung und eines Oxidationskatalysators mit ozonhaltigem Gas vor Start einer Brennkraftmaschine. In dem Schritt 601 wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine gestartet werden soll. Dies erfolgt beispielsweise bei einem Dieselmotor indem abgefragt wird, ob ein Vorglühvorgang eingeleitet wird. Wenn dies der Fall ist, wird gemäß dem Schritt 602 die Abgasleitung durch Zufuhr eines ozonhaltigen Gasstromes, beispielsweise durch eine Zuführleitung 8, die stromaufwärts des Oxidationskatalysators 2 mündet – dargestellt in Figur 3, in gleicher Weise auch in einer Ausführungsform ohne Partikelfilter wie gemäß Figur 1 realisierbar – gespült. Das Spülen kann insbesondere für eine vorgegebene Zeitdauer erfolgen. Um die vorzugebende Zeitdauer möglichst gering zu halten, muss

durch den Ozongenerator kurzzeitig ein möglichst hoher Volumenstrom mit großer Ozonkonzentration erzeugt werden. Während des Spülvorganges kann deswegen das Starten des Motors gesperrt werden, es wird in diesem Fall erst mit Abschluss des Spülvorganges freigegeben. Dann wird zum Schritt 603 übergegangen. Gemäß dem Schritt 603 wird weiterhin durch die Zuführleitung 8 vor dem Oxidationskatalysator 2 ozonhaltiges Gas in die Abgasleitung 7 eingeleitet, wobei die Verbrennung der Brennkraftmaschine so gesteuert ist, dass die Abgase noch verbrennbare Kohlenwasserstoffe enthalten. Dies kann durch eine sehr späte Kraftstoffeinspritzung oder durch eine fette Gemischaufbereitung in der Brennkraftmaschine erfolgen. Sowohl die Ozonzufuhr (Konzentration, Volumenstrom) als auch der Gehalt an Kohlenwasserstoffen kann mit steigender Temperatur im Oxidationskatalysator 2 degressiv erfolgen. Gemäß Schritt 604 wird überprüft, ob der Oxidationskatalysator seine Betriebstemperatur erreicht hat. Ist dies nicht der Fall, so wird zu Schritt 603 gesprungen. Andernfalls wird die Einleitung von ozonhaltigem Gas in die Abgasleitung 7 vor dem Oxidationskatalysator 2 ebenso wie das Verfahren beendet.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Dieselmotors, mit einer von der Brennkraftmaschine (1) wegführenden Abgasleitung (7) und einer Ozonquelle (5) zum Anreichern des Abgasstromes der Brennkraftmaschine mit Ozon,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ozonquelle (5) zum Erzeugen eines kontinuierlichen ozonhaltigen Gasstromes derart ausgebildet ist, dass in der Abgasleitung (7) strömende Partikel zu einem großen Teil oxidiert werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ozonquelle (5) in der Abgasleitung (7) angeordnet ist, wobei die Ozonerzeugung im durchströmenden Abgasstrom erfolgt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ozonquelle (5) eine Ansaugleitung (15), eine Reaktionskammer (16) und eine Zuführleitung (9) aufweist, wobei über die Ansaugleitung (15) der Reaktionskammer (16) sauerstoffhaltiges Gas zugeführt wird, das in der Reaktionskammer (16) vorzugsweise durch Energiezufuhr mit Ozon angereichert und über die Zuführleitung (9) in die Abgasleitung (7) eingeleitet wird.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abgasleitung (7) ein Oxidationskatalysator (2) angeordnet ist, wobei die Anreicherung des Abgasstromes mit Ozon stromaufwärts des Oxidationskatalysators (2) erfolgt.

5. Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere mit einem Dieselmotor, das eine Vorrichtung zur Abgasreinigung nach einem der vorhergehenden Ansprüche enthält.

6. Verfahren zum Reinigen des Abgasstromes in der Abgasleitung (7) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Dieselmotors, von Partikeln, wie Ruß, wobei der Abgasstrom mit Ozon angereichert wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine kontinuierliche Anreicherung des Abgasstromes mit Ozon derart erfolgt, dass vorhandene Partikel

bereits während des Durchströmens der Abgasleitung (7) zum großen Teil oxidiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration des Ozons wenigstens in Abhängigkeit des Partikelstromes bestimmt wird, wobei die Konzentration des Ozons insbesondere so gewählt wird, dass der verbleibende Partikelgehalt des Abgasstromes einen vorgegebenen Grenzwert nicht übersteigt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ozonanreicherung im Abgasstrom vorhandener Sauerstoff und/oder Wasser verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Erzeugen des Ozons in einer Reaktionskammer (16) außerhalb des Abgasstromes erfolgt.

10. Verfahren zum Regenerieren eines Partikelfilters (3) in einer Vorrichtung zur Abgasreinigung einer Brennkraftmaschine (1) mit einer Ozonquelle (5) zum Anreichern des Abgasstromes in einer Abgasleitung (7) stromaufwärts des Partikelfilters (3), dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Ausschalten der Brennkraftmaschine (1) in der Ozonquelle (5) Ozon erzeugt und in die Abgasleitung (7) im Bereich des Partikelfilters (3) eingeleitet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Ozonkonzentration an oder in dem Partikelfilter (3) bis zur Selbstentzündung der abgelagerten Partikel erhöht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Gebläses (17) eine ozonangereicherte Gasströmung durch den Partikelfilter (3) erzeugt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ozonzufuhr anhand der Temperatur des Partikelfilters (3) geregelt wird.

14. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen in einer Abgasleitung (7) einer Brennkraftmaschine (1), wobei in einer Ozonquelle (5) ein mit Ozon angereicherter Gasstrom erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasleitung (7) vor dem Starten der Brennkraftmaschine (1) wenigstens teilweise mit dem mit Ozon angereicherten Gas gespült wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasstrom stromaufwärts eines Oxidationskatalysators (2) in die Abgasleitung (7) eingeleitet wird, wobei zumindest der Oxidationskatalysator (2) vor dem Starten der Brennkraftmaschine (1) mit dem mit Ozon angereicherten Gas gespült wird.

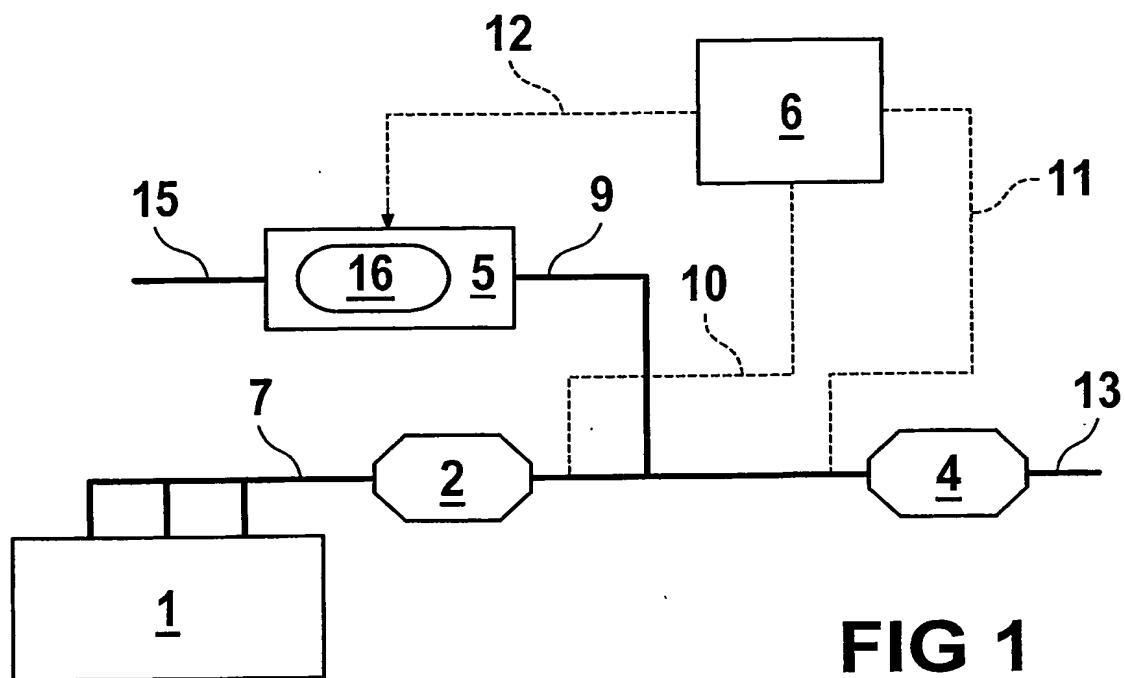
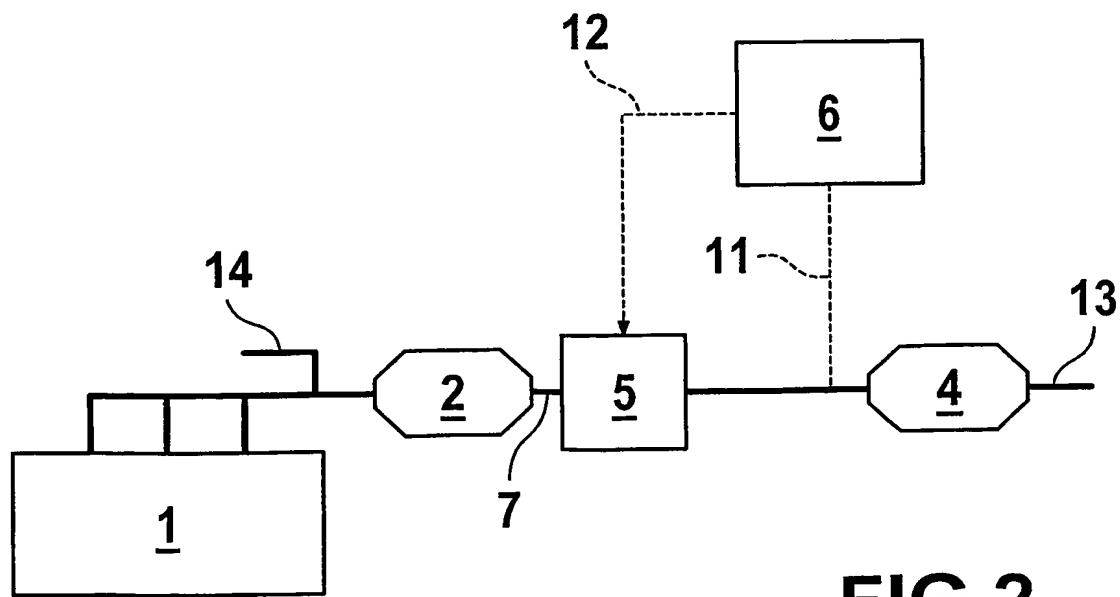
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar nach dem Starten der Brennkraftmaschine (1) die Verbrennung in der Brennkraftmaschine derart gesteuert wird, dass die Abgase noch brennbare Kohlenwasserstoffe enthalten.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass bis zum Erreichen der Betriebstemperatur des Oxidationskatalysators (2) eine insbesondere degressive Anreicherung des Abgasstromes mit durch die Ozonquelle (5) erzeugtem Ozon erfolgt.

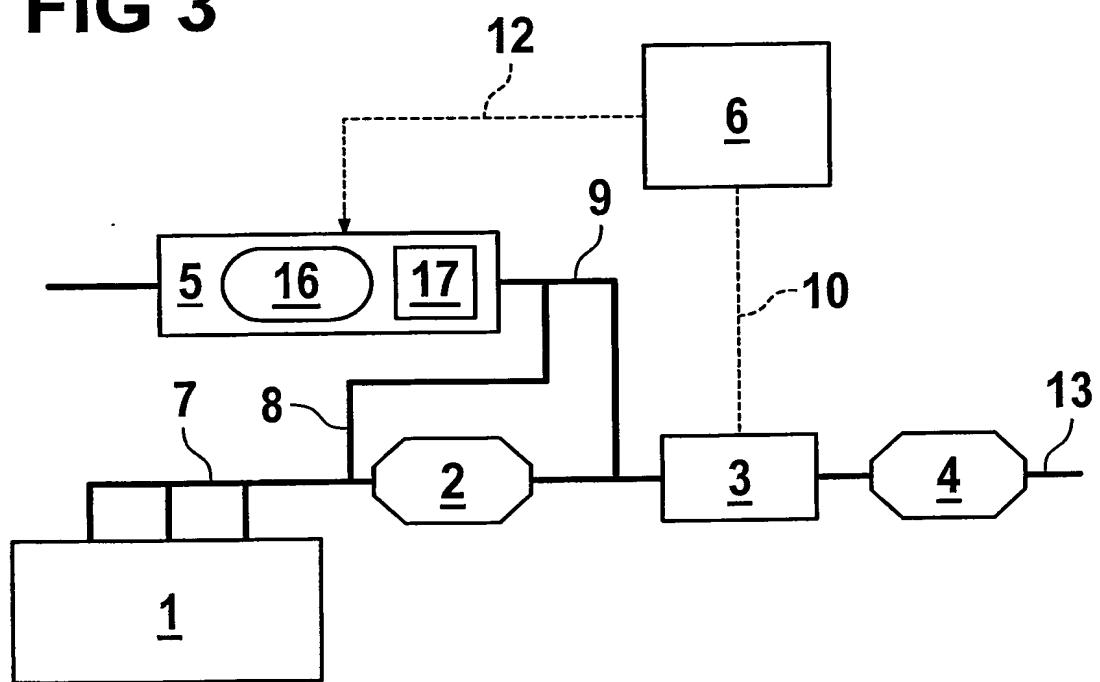
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17 bei Dieselmotoren, dadurch gekennzeichnet, dass das Spülen mit Ozon angereichertem Gas während des Vorglühens des Dieselmotors erfolgt.

19. Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, insbesondere einem Dieselmotor, mit einer Steuereinrichtung (6) zum Steuern wenigstens des Verbrennungsvorganges der Brennkraftmaschine (1) mit einer Recheneinrichtung, insbesondere einem Mikroprozessor, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 6 bis 18.

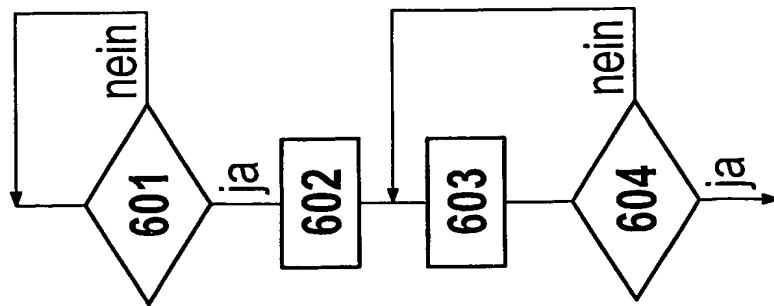
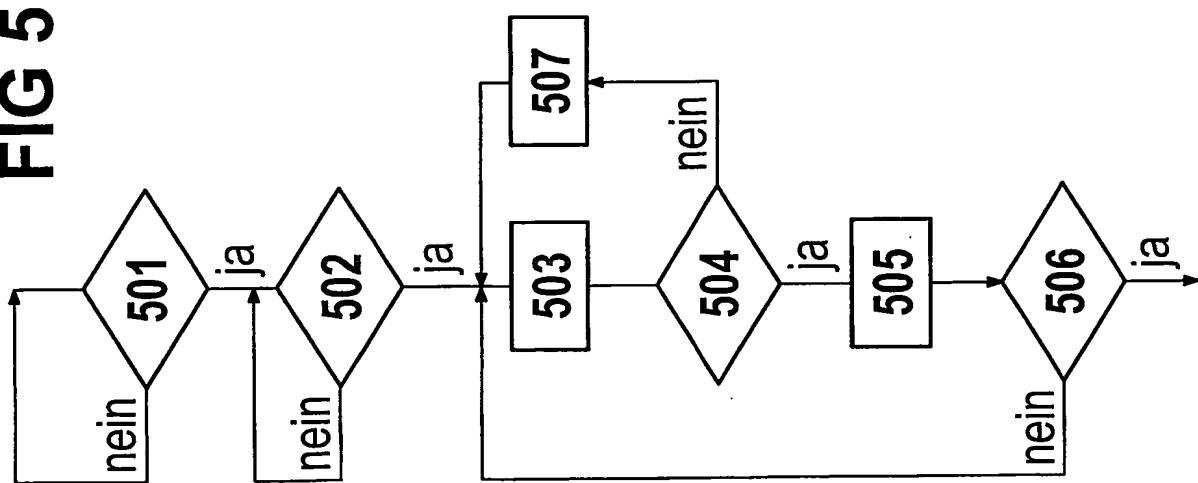
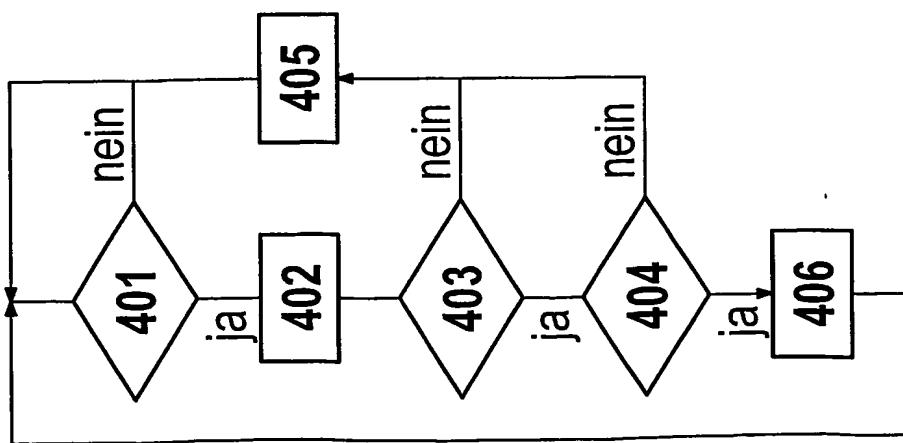
1 / 3

**FIG 1****FIG 2**

2 / 3

FIG 3

3 / 3

FIG 6**FIG 5****FIG 4**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/03/01805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		F01N3/20	B01D53/92	B01D53/32
IPC 7	F01N3/023	B01D53/94		
	F01N3/029	F01N3/033	F01N3/035	

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01N B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 020 620 A (VOLKSWAGENWERK AG) 19 July 2000 (2000-07-19) paragraph [0020] - paragraph [0024]	1,3-6,9
A	paragraph [0010] paragraph [0031]	14
X	----- EP 1 116 863 A (VOLKSWAGENWERK AG) 18 July 2001 (2001-07-18) paragraph [0016] - paragraph [0018]	1,2,5,6, 19
X	----- DE 34 40 689 A (SIEMENS AG) 15 May 1986 (1986-05-15) column 4, line 3 - column 4, line 36 ----- -/-	1,3,5,6, 9,19

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

28 November 2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tatus, W.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/ [REDACTED] 3/01805

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 098 (C-106), 8 June 1982 (1982-06-08) & JP 57 030524 A (TSUCHIYA MFG CO LTD), 18 February 1982 (1982-02-18) abstract -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE03/01805**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Please See Continuation Sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

Box II.1

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-9 and 19

Device/process for purifying exhaust gases, involving an ozone source, the creation of a continuous ozone-bearing gas stream, "oxidation of the particles flowing in the exhaust pipe".

2. Claims 10-13 and 19

Process for regenerating a particle filter in a device for purifying exhaust gases with an ozone source, introduction of ozone into the exhaust pipe in the area of the particle filter "after the internal combustion engine has been switched off".

3. Claims 14-18 and 19

Method for operating a device for purifying exhaust gases in an exhaust pipe, ozone source, flushing of the exhaust pipe with ozone "before the internal combustion engine has been started".

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern'l application No

PCT/DE 03/01805

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1020620	A 19-07-2000	DE EP	19900967 A1 1020620 A1	20-07-2000 19-07-2000
EP 1116863	A 18-07-2001	DE EP	10001431 A1 1116863 A2	19-07-2001 18-07-2001
DE 3440689	A 15-05-1986	DE	3440689 A1	15-05-1986
JP 57030524	A 18-02-1982	JP JP	1648023 C 2039291 B	13-03-1992 05-09-1990

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/01805

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES				
IPK 7 F01N3/023	B01D53/94	F01N3/20	B01D53/92	B01D53/32
F01N3/029	F01N3/033	F01N3/035		

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01N B01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 020 620 A (VOLKSWAGENWERK AG) 19. Juli 2000 (2000-07-19) Absatz [0020] - Absatz [0024]	1,3-6,9
A	Absatz [0010] Absatz [0031] -----	14
X	EP 1 116 863 A (VOLKSWAGENWERK AG) 18. Juli 2001 (2001-07-18) Absatz [0016] - Absatz [0018] -----	1,2,5,6, 19
X	DE 34 40 689 A (SIEMENS AG) 15. Mai 1986 (1986-05-15) Spalte 4, Zeile 3 - Spalte 4, Zeile 36 ----- -/-	1,3,5,6, 9,19

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erschelen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28. November 2003

17. 12. 03

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tatus, W.

INTERNATIONALES suchenBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/01805

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 006, Nr. 098 (C-106), 8. Juni 1982 (1982-06-08) & JP 57 030524 A (TSUCHIYA MFG CO LTD), 18. Februar 1982 (1982-02-18) Zusammenfassung -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 03/01805

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese Internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9,19

Vorrichtung/Verfahren zur Reinigung von Abgasen mit einer Ozonquelle, Erzeugung eines kontinuierlichen ozonhaltigen Gasstromes, "Oxidation der in der Abgasleitung strömenden Partikel".

2. Ansprüche: 10-13,19

Verfahren zur Regenerierung eines Partikelfilters in einer Vorrichtung zur Abgasreinigung mit einer Ozonquelle, Einleitung von Ozon in die Abgasleitung im Bereich des Partikelfilters "nach dem Auschalten der Brennkraftmaschine".

3. Ansprüche: 14-18,19

Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Reinigung von Abgasen in einer Abgasleitung, Ozonquelle, spülen der Abgasleitung mit Ozon "vor dem Starten der Brennkraftmaschine".

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu dieser Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/01805

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1020620	A	19-07-2000	DE EP	19900967 A1 1020620 A1		20-07-2000 19-07-2000
EP 1116863	A	18-07-2001	DE EP	10001431 A1 1116863 A2		19-07-2001 18-07-2001
DE 3440689	A	15-05-1986	DE	3440689 A1		15-05-1986
JP 57030524	A	18-02-1982	JP JP	1648023 C 2039291 B		13-03-1992 05-09-1990

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.